

Identifikasi Sinyal *Elektro Encephalo Graph* Untuk Menggerakkan Kursor Menggunakan Teknik *Sampling* Dan Jaringan Syaraf Tiruan

Hindarto, Moch. Hariadi, Mauridhi Hery Purnomo
Institute Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
hindartomay@yahoo.com

Abstrak

Dalam tulisan ini peneliti menjelaskan aplikasi dari jaringan syaraf tiruan propagasi balik sebagai klasifikasi dan Teknik Sampling (TS) untuk ekstraksi fitur dari gelombang sinyal *Electro Encephalo Graph* (EEG). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan suatu sistem yang dapat mengenali sinyal EEG yang digunakan untuk menggerakkan kursor. Data yang digunakan adalah Data EEG yang merupakan dataset IIIA dari kompetisi III BCI (BCI Kompetisi III 2003). Data ini berisi data dari 3 subyek : K3b, K6b dan L1b. Dalam penelitian ini, data sinyal EEG dipisahkan berdasarkan imajinasi yaitu gerakan ke kiri, ke kanan, gerakan kaki dan gerakan lidah. Pengambilan keputusan telah dilakukan dalam dua tahap. Pada tahap pertama, TS digunakan untuk mengekstrak fitur dari data sinyal EEG. Fitur ini sebagai input dasar pada jaringan syaraf tiruan Propagasi balik sebagai proses pembelajaran. Penelitian ini menggunakan metode Propagasi balik (20-20-10-5-1). Pada penelitian ini digunakan 90 data file sinyal EEG untuk proses training. Pada proses identifikasi kedalam empat kelas file data sinyal EEG ditambah 60 data file sinyal EEG sehingga menjadi 150 file data sinyal EEG. Hasil yang diperoleh untuk pengklasifikasian sinyal ini adalah 80 % dari 150 file data sinyal yang diuji pada proses mapping.

Kata Kunci : teknik *sampling*, jaringan syaraf tiruan, sinyal EEG

1. Pendahuluan

Otak sebagai struktur pusat pengaturan aktivitas manusia, bertanggung jawab terhadap segala aktivitas manusia. Bentuk sinyal *Electro Encephalo Graph* (EEG) untuk setiap orang adalah berbeda. Ini karena dipengaruhi oleh kondisi mental, frekuensi dan perubahan amplitudo irama alpha dari pola berpikir masing-masing individu dalam merespon rangsangan yang diterima oleh otak. EEG adalah sebuah sinyal yang dapat menghasilkan salah satu sumber informasi yang paling umum digunakan untuk mempelajari fungsi otak dan saraf gangguan.

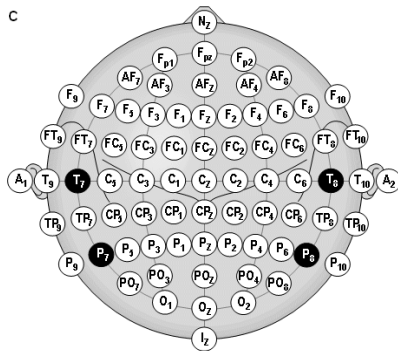
Brain Computer Interface adalah sistem komunikasi yang tidak memerlukan kegiatan otot [1]. Memang sistem BCI memungkinkan subyek untuk mengirim perintah ke perintah elektronik hanya dengan menggunakan aktifitas otak [2]. Sistem BCI juga dapat digunakan untuk memainkan game sederhana pada perangkat mobile [3].

Teknik *sampling* (TS) diterapkan untuk mendeteksi fitur-fitur dari data EEG. *Sampling* merupakan salah satu teknik penting utama dalam statistik, jika ukuran sampel cukup diambil maka dapat memberitahu karakteristik dari sinyal EEG. Ada berbagai jenis teknik *sampling* yang digunakan dalam statistik [4]. Penerapan Simple Random Sampling (SRS) digunakan untuk mengekstrak ciri sinyal EEG di dua kelas yaitu pada orang normal dan orang yang menderita penyakit epilepsi. *Least Square Support Vector Machines* (LS-SVM) dengan RBF kernel dirancang dan diimplementasikan pada diekstraksi vektor fitur diperoleh dari dua kelas tersebut . Ketepatan klasifikasi LS-SVM dicapai 80,31% untuk data pelatihan dan 80,05% untuk data pengujian [5]. Metode analisis sinyal EEG menggunakan *wavelet* relatif energi, dan klasifikasi menggunakan jaringan syaraf tiruan. Ketepatan klasifikasi yang diperoleh menegaskan bahwa skema yang diusulkan memiliki potensi dalam mengklasifikasikan sinyal EEG [6]. Penelitian lain mengekstraksi fitur menggunakan algoritma FURIA. FURIA adalah algoritma berdasarkan *invers solution* yang dapat mempelajari dan menggunakan subyek fitur spesifik untuk klasifikasi bagian mental. Hasil yang didapatkan yaitu menilai dampak yang berbeda dari *hyper-parameter* juga *performance* dari kontribusi proses *fuzzyfikasi* dan Menilai efisiensi global dari FURIA dengan membandingkan BCI berdasarkan FURIA dengan yang lainnya [7]. Makalah ini mengusulkan TS diterapkan untuk memilih fitur yang merupakan perwakilan dari sinyal EEG dan fitur yang dipilih kemudian diolah dengan metode propagasi balik dalam rangka untuk memisahkan sinyal EEG antara subyek membayangkan gerakan kekanan, gerakan kekiri, gerakan lidah dan gerakan kaki. Hasil dari empat gerakan tersebut digunakan untuk menggerakkan kursor ke kanan, ke kiri, atas dan bawah.

2. Implementasi Metode

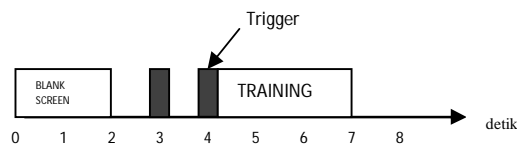
2.1 Deskripsi Data

Data sinyal EEG diambil dari *dataset IIIA* dari kompetisi III BCI (BCI Kompetisi III 2003). Ini berisi data dari 3 subyek yaitu subyek satu K3b, subyek dua K6b dan subyek tiga L1b. Sampel *rated* set pada 250 Hz. 60 Elektrode dipasang dikulit kepala. Seperti pada gambar 1. Subyek satu, subyek dua dan subyek tiga membayangkan gerakan kekanan, gerakan kekiri,



Gambar 1. PosisielektrodaEEG

gerakan lidah dan gerakan kaki sesuai isyarat. Urutan isyarat dipilih secara acak. Percobaan yang dilakukan berjalan selama (≥ 6 detik) dengan banyaknya percobaan masing-masing 40 percobaan untuk setiap subyek. Gambar 2 menunjukkan pola pewaktuan proses pengambilan data sinyal EEG.

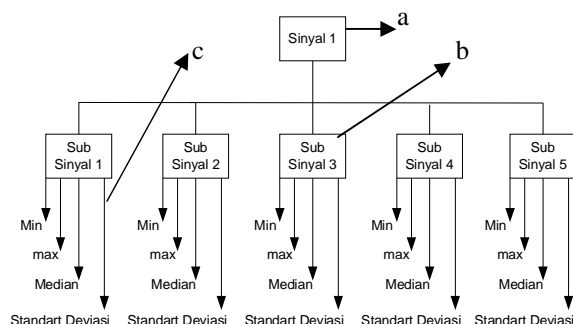


Gambar 2. Pola pewaktuan

Pada penelitian ini mengambil 150 sinyal EEG dari gerakan-gerakan tersebut. Dari masing-masing *channel* terdapat 30 sampai 45 sinyal EEG.

2.2 Ekstraksi Ciri Dengan Teknik *Sampling*

Dalam tulisan ini, sinyal dibagi menjadi lima *sub* sinyal. Dari lima sub sinyal tersebut ditentukan nilai maksimum, minimum, rata-rata dan standart deviasi untuk dijadikan ekstraksi ciri bagi proses klasifikasi seperti pada gambar 3.



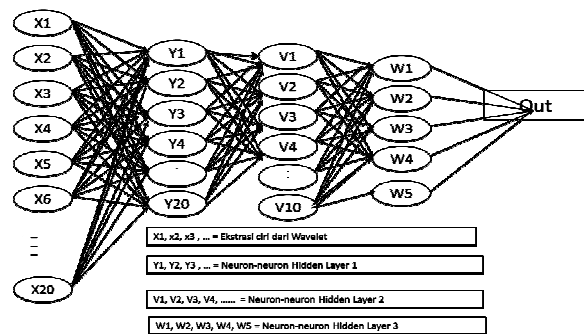
Gambar 3. a. Sampel, b. sampel *sub* dan c. Seleksi Fitur

Data yang diambil dalam penelitian ini adalah 150 *file* subyek. Satu *file* sinyal mempunyai 250 *point* data. Penelitian ini membagi satu sinyal menjadi lima *sub* sinyal. Sehingga tiap *sub* sinyal mempunyai 50 *point* data. Dari *sub* sinyal kemudian dicari nilai minimum, maksimum, rata-rata dan standart deviasi.

Dari tiap nilai dari *max*, *min*, *mean* dan *standartdeviasi* tiap *subsinyal* EEG. Sehingga didapatkan 4 x 5 sub sinyal = 20 *point* data yang kemudian kita jadikan masukan klasifikasi untuk jaringan Propagasi balik.

Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi balik

Pada pemrosesan akhir ini, identifikasi sinyal EEG diproses dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan *Propagasi balik* seperti ditunjukkan pada gambar 4. Pemrosesan akhir ini dilakukan setelah proses awal yaitu pencarian fitur dengan teknik *sampling*.



Gambar 4. Arsitektur jaringan propagasi balik 3
Hidden Layer

Hasil ekstraksi ciri digunakan untuk masukan bagi *neural network*, penelitian ini menggunakan metode *Propagasi balik*(20-20-10-5-1) yaitu 20 input yang berasal dari ciri dari sinyal EEG dan 3 *hidden layer* yang masing-masing terdapat 20 unit, 10 unit dan 5 unit serta 1 target (gerakan ke kiri, gerakan ke kanan, gerakan kaki dan gerakan lidah).

Dalam proses identifikasi dengan proses *neural network* pertama-tama dilakukan adalah proses *training* yaitu pencarian nilai bobot yang terbaik dengan perolehan nilai *error* terkecil dari target output yang diinginkan. Dalam proses *mapping* dilakukan klasifikasi sinyal EEG dari gerakan ke kanan, gerakan ke kiri, gerakan kaki dan gerakan lidah berdasarkan nilai bobot yang sudah didapatkan dalam proses *training*.

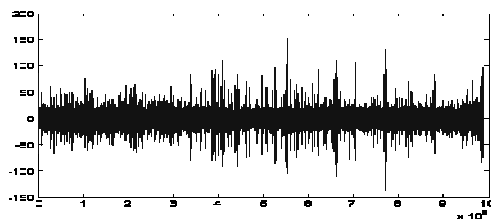
3. Hasil dan Diskusi

Untuk menganalisa sistem yang telah dirancang maka digunakan metode seperti yang telah dijelaskan pada *implementasi* metode. Dalam penelitian ini menekankan pada identifikasinya EEG menggunakan analisis teknik *sampling*. Selanjutnya proses *learning* dan *mapping* dengan menggunakan jaringan syaraf tiruan Propagasi balik.

3.1 Pengambilan Data Sinyal EEG

Gambar 5 adalah salah satu data sinyal EEG yang diambil dari subyek k3b untuk semua *imajinasi*

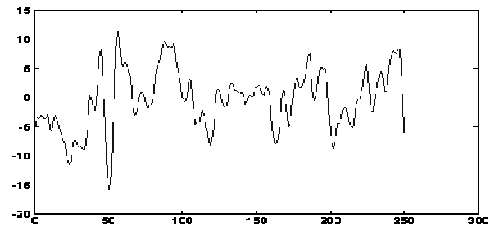
dari gerakan kekanan, gerakan kekiri, gerakan kaki dan gerakan lidah.



Gambar 5. Sinyal EEG channel 1 data BCI subyek k3b

Gambar 5 merupakan sinyal EEG percobaan dalam satu channel, sehingga ke empat gerakan bercampur menjadi satu. Untuk mendapatkan masing-masing gerakan maka terdapat proses pemilahan untuk mendapatkan masing-masing gerakan. Pemilahan ini berdasarkan 4 gerakan/kelas yaitu membayangkan

gerakan kekanan, gerakan kekiri, gerakan kaki dan gerakan lidah. Dari hasil ini diperoleh 30 sampai 45 file data sinyal. Masing-masing sinyal mempunyai 250 point data. Seperti yang ditunjukkan dalam gambar 6.



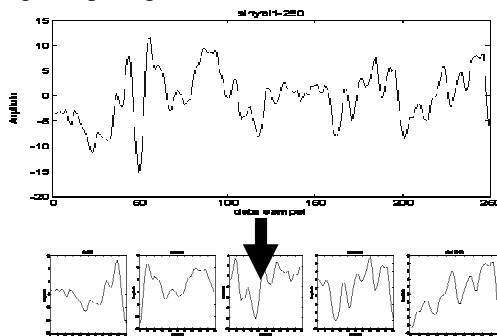
Gambar 6. Sampel sinyal EEG dari subyek k3b channel 1 gerakan ke kiri

Tabel 1. Hasil dari teknik *sampling* diambil nilai minimum, maksimum, rata-rata dan standart deviasi dari sinyal EEG kelas k3b channel 1 tiap sub sinyal

| | Sub sinyal 1 | | | | Sub sinyal 2 | | | | Sub sinyal 3 | | | | Sub sinyal 4 | | | | Sub sinyal 5 | | | |
|------------------|--------------|-------|-------|------|--------------|-------|------|------|--------------|------|-------|------|--------------|-------|-------|-------|--------------|-------|------|------|
| | min | max | mean | sd | Min | max | mean | sd | Min | max | mean | sd | Min | max | mean | sd | Min | max | mean | sd |
| Gerakan ke kanan | -5.63 | 20.62 | 9.20 | 5.59 | -6.68 | 11.57 | 2.47 | 4.22 | -22.05 | 2.87 | -4.86 | 5.28 | -11.98 | 9.44 | -1.04 | 5.95 | -2.61 | 10.08 | 3.72 | 3.04 |
| Gerakan ke kiri | -14.77 | 9.59 | 0.34 | 6.64 | -15.20 | 7.95 | 1.30 | 6.40 | -15.19 | 0.10 | -5.79 | 4.02 | -20.59 | 19.77 | 1.92 | 11.60 | -8.91 | 10.94 | 2.30 | 5.66 |
| Gerakan kaki | -15.84 | 8.33 | -4.92 | 4.92 | -12.87 | 11.57 | 3.49 | 4.99 | -8.17 | 3.39 | -0.88 | 2.87 | -8.10 | 7.43 | 0.36 | 4.09 | -8.68 | 8.33 | 0.50 | 4.77 |
| Gerakan lidah | -11.69 | 11.45 | -2.28 | 7.15 | -5.30 | 14.49 | 7.02 | 5.14 | -11.93 | 3.62 | -5.66 | 3.36 | -20.80 | 11.51 | -2.73 | 6.75 | -6.51 | 12.04 | 3.08 | 5.17 |

3.2 Metode Teknik Sampling

Dari sinyal EEG yang sudah dipilih berdasarkan gerakan kemudian dilakukan proses *sampling* yang masing-masing sinyal *disampling* menjadi lima bagian seperti gambar 7.



Gambar 7. Hasil sampling dari sinyal EEG

Untuk proses teknik *sampling*, maka sinyal EEG yang sudah dipilah-pilah berdasarkan imajinasi dari gerakan ke kanan, gerakan ke kiri, gerakan kaki dan

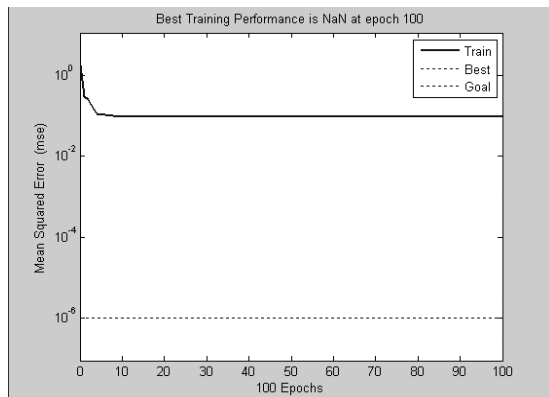
gerakan lidah, data tersebut dibagi menjadi lima sub sinyal. Tiap sub sinyal dicari nilai minimum, maksimum, rata-rata dan standart deviasi. Hasil nilai minimum, maksimum, rata-rata dan standart deviasi merupakan fitur sebagai inputan bagi jaringan syaraf tiruan. pada tabel 1 merupakan contoh mencari fitur masing-masing sinyal. Sehingga didapatkan 4×5 sub sinyal = 20 fitur ekstrasi ciri untuk masing-masing gerakan.

3.3 Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik

Data input dari teknik *sampling* dari tabel 1 digunakan sebagai inputan proses klasifikasi, dalam sistem ini menggunakan metode jaringan syaraf tiruan propagasi balik. Ada dua tahap pada proses klasifikasi yaitu Proses pembelajaran dan proses *mapping*. Proses pembelajaran menggunakan parameter laju

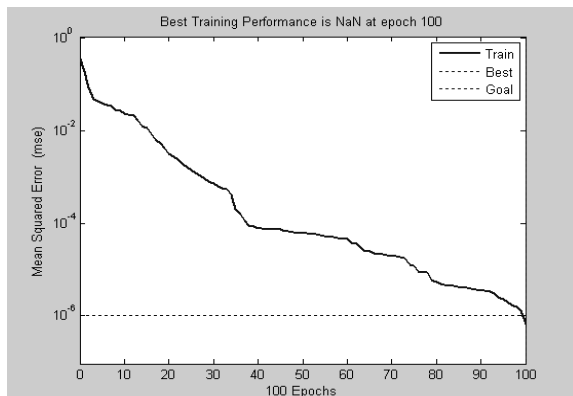
pembelajaran 0,1 dan *error* yang ingin dicapai 0,000001. harga awal bobot ditentukan random dengan kisaran -1 sampai 1.

Untuk mencari parameter optimal yang menghasilkan kinerja yang terbaik dari jaringan syaraf tiruan yaitu dengan melakukan penilaian menurut besaran *Mean squared error* (MSE) dan jumlah *hidden* unit yang optimal pada saat melakukan *training*. Hasil kinerjadapat diperoleh pada tabel 2 dan gambar 8–10. Pada gambar 8 dengan jumlah hidden layer2, proses klasifikasi mempunyai besaran MSE yang jauh dibawah target.



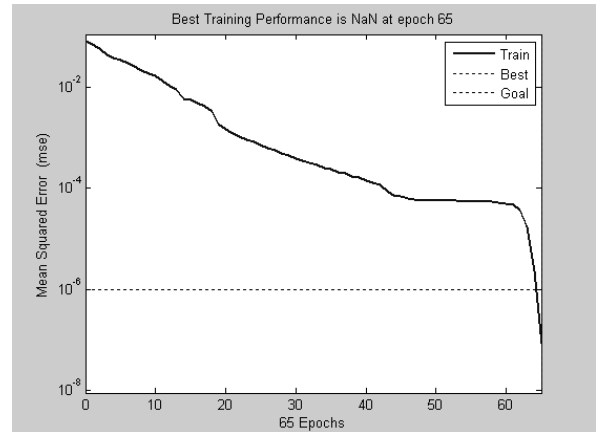
Gambar 8. Proses *training* dengan jumlah 2hidden layer

Pada gambar 9 dengan jumlah hidden layer 3, proses klasifikasi mempunyai besaran MSE yang melampaui target error yang diinginkan yaitu 0,000001.



Gambar 9. Proses *training* dengan jumlah 3hidden layer

Pada gambar 10 dengan jumlah hidden layer 4, proses klasifikasi mempunyai besaran MSE yang melampaui target error yang diinginkan yaitu 0,000001.



Gambar 10. Proses *training* dengan jumlah 4 hidden layer

Tabel 3. kinerja jaringan syaraf tiruan terhadap jumlah *Hidden Layer* yang berbeda

| | MSE (2 Hidden Layer) | MSE (3 Hidden Layer) | MSE (4 Hidden Layer) |
|---------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Waktu | 29 detik | 19 detik | 46 detik |
| Iterasi | 100 | 100 | 100 |
| MSE | 0.092 | $6,44 \times 10^{-7}$ | $8,16 \times 10^{-8}$ |

4. Kesimpulan

Pada makalah ini peneliti memperkenalkan teknik *sampling* untuk mengekstrak fitur dan proses pengklasifikasian sinyal EEG dibagi dalam empat kelas. Penelitian ini menggunakan 90 data *filesinyal* EEG untuk *training* kemudian pada waktu identifikasi kedalam empat kelas *filedata* sinyal EEG ditambah 60 data *file* sinyal sehingga menjadi 150 *filedata* sinyal EEG, ketepatan klasifikasi propagasi balikmencapai 80% untuk data pengujian. Penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah hidden layer pada propagasi balik mempengaruhibesaran *Mean squared error* (MSE). Pekerjaan peneliti yang akan datang, meneliti teknik pencarian yang sesuai untuk ekstraksi fitur dan klasifikasi sinyal EEG, sehingga tingkat akurasi untuk perintah menggerakkan kursor akan lebih baik.Hasil yang diperoleh akan dibandingkan dengan metode yang sudah diteliti

Daftar Pustaka

- [1] J. R. Wolpaw, N. Birbaumer, D. J. McFarland, G. Pfurtscheller, and T. M. Vaughan, "Braincomputer interfaces for communication and control", *Clinical Neurophysiology*, 113(6):767{791}, 2002.
- [2] T. M. Vaughan, W. J. Heetderks, L. J. Trejo, W. Z. Rymer, M. Weinrich, M. M. Moore, A. K ubler, B. H. Dobkin, N. Birbaumer, E. Donchin, E. W. Wolpaw, and J. R. Wolpaw, "Brain-computer interface technology", a review of the second international meeting. IEEE

- Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 11(2):94{109, 2003.
- [3] Payam Aghaei Pour, Tauseef Gulrez, Omar AlZoubi, Gaetano Gargiulo and Rafael A. Calvo, “*Brain-Computer Interface: Next Generation Thought Controlled Distributed Video Game Development Platform*”, *IEEE Symposium on Computational Intelligence and Games (CIG)*, 2008.
 - [4] Cochran, W. G.: *Sampling Techniques*. Wiley, New York, 1977.
 - [5] Siuly and Li, Yan and Wen, Peng, “*Classification of EEG signals using sampling techniques and least square support vector machines*”. In: 4th International Conference on Rough Set and Knowledge Technology (RSKT2009), 14-16 Jul 2009.
 - [6]. Ling Guo, Daniel Rivero, Jose A.Seoane dan Alejandro Pazos. “ *Classification of EEG Signals Using Relative Wavelet Energy and Artificial Neural Networks*”. *GEC'09*, June 12–14, 2009.
 - [7]. Fabien LOTTE, Anatole L'ECUYER and Bruno ARNALDI, “*FuRIA: An Inverse Solution based Feature Extraction Algorithm using Fuzzy Set Theory for Brain-Computer Interfaces*”, *IEEE Transactions On Signal Processing*, Vol. X, No. X, ??, 2009.